

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-172124

(43)Date of publication of application : 30.06.1997

---

(51)Int.Cl.

H01L 23/50

---

(21)Application number : 07-348684 (71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 18.12.1995 (72)Inventor : HARA TOSHIHISA

---

(54) NICKEL-PLATED COPPER ALLOY LEAD FRAME FOR SOLDER DIE BONDING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nickel-plated copper alloy lead frame to which die bonding equal to that performed to a silver-plated lead frame can be performed even in an atmosphere containing oxygen at a high concentration by adjusting the mirror reflectivity of the plated nickel to a specific value or larger and the sulfur content in the surface layer of the nickel to a specific depth to a specific value or smaller.

SOLUTION: The mirror reflectivity of plated nickel is specified to  $\geq 25\%$  and the sulfur content in the surface layer of the nickel to a depth of  $0.1\mu\text{m}$  is specified to  $\leq 0.0005\text{wt.}\%$ . Alternatively, the cobalt, palladium, or cobalt and palladium content of the outermost nickel is adjusted to  $0.5\text{-}10.0\text{wt.}\%$ . The thickness of the plated nickel is required to be  $\geq 0.5\mu\text{m}$  when, for example, the corrosion, thermal oxidation, and diffusion of copper are to be prevented and, usually, set at  $2\text{-}5\mu\text{m}$ . In addition, in order to adjust the sulfur content in the surface layer of the nickel

to the specific value or smaller and mirror reflectivity to the specific value or larger, only the surface layer of the plated nickel is plated by using a nickel plating solution containing no brightener, etc.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.06.1997

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection] 24.05.1999

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3116332

[Date of registration] 06.10.2000

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection] 11-10055

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection] 22.06.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not  
reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The nickel-plating copper alloy leadframe for solder die bondings which the mirror reflectivity of nickel plating is 25% or more, and is characterized by the sulfur content in less than 0.1-micrometer nickel being less than [ 0.0005wt% ] from a front face.

[Claim 2] The nickel-plating copper alloy leadframe for solder die bondings indicated by claim 1 characterized by nickel plating of the outermost surface containing one side or the both sides of 0.5 - 10.0wt% cobalt or palladium.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is in the condition of not performing silver plating, and relates to the nickel-plating copper alloy leadframe which has good solder die bonding nature, and is excellent also in the condition using the solder which does not contain lead in the high reducing atmosphere of an oxygen density especially at wirebonding nature about the nickel-plating copper alloy leadframe by which direct solder die bonding of the semiconductor chip is carried out to nickel plating.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, in order to obtain a good solder flare, silver plating was performed to the front face on which solder die bonding of the copper alloy leadframe is carried out. And although it is carried out in the reducing atmosphere containing nitrogen gas or hydrogen in order to prevent oxidation of the leadframe by the heat at the time of solder die bonding like a semi-conductor erector Since a good solder flare is obtained even if silver plating cannot oxidize easily, and the oxygen density in an ambient atmosphere is high at 400 ppm or more so that it may mention later, About a silver plating copper alloy leadframe, the oxygen density in a semi-conductor assembly ambient atmosphere is not made into a problem, and examination is not enough added about an oxygen density.

[0003] It was possible to omit silver plating and to, make direct solder die bonding nickel plating on the other hand than a productivity drive and the viewpoint of a cost cut. Hereafter, it touches briefly per that trouble with the conventional technique about this technique. First, when making direct solder die bonding nickel plating, in order to obtain a good solder flare, compared with the case where the oxygen density in reducing atmosphere is soldered to silver plating, it needed to control low (for example, 100 ppm or less), and this caused a cost rise.

[0004] The copper alloy leadframe which performed oxidation-resistant nickel plating containing P (Lynn) or B (boron) to JP,62-291951,A as a technique which omits silver plating and carries out direct die bonding to nickel plating is shown. However, if P and B were contained, since nickel plating became hard,

workability would fall and punching processing after plating would become difficult, it needed to galvanize, after processing a leadframe configuration and productivity was bad. Moreover, although a nickel-plating copper alloy leadframe which the heating value which a leadframe receives by high density integration of an electrical part is increasing, and is excellent in thermal resistance was desired recently, nickel plating containing P or B had the problem of generating solder exfoliation, when long duration heating was carried out after soldering.

[0005] Moreover, as solder used for solder die bonding, solder (Pb-5%Sn and Pb-5%Sn-1.5%Ag etc.) with a lead content high until now is used. Although there is an advantage that melting temperature is high and this kind of solder has cheap cost, use of the tin system solder (Sn-9%Zn, Sn-5%Sb, and Sn-5%Sb-0.5nickel, Sn-8% Bi, etc.) which prevents the environmental pollution by lead recently, or does not contain lead corresponding to-izing orientation whenever [ low-temperature / like an erector ] is increasing. However, the solder flare of the tin system solder which melting temperature not only differs, but does not contain lead in lead content solder and the tin system solder which does not contain lead to old nickel plating which the growth rate of an alloy layer differed from the diffusion condition, and was chosen by the evaluation approach using the conventional lead content solder (Pb-Sn eutectic system solder \*\*\*\*) was bad.

[0006] And although enlargement of a semiconductor chip and a pellet is progressing recently, in order to carry a large-sized thing, solder flare nature is good and the leadframe which can control solder thickness and a solder flare by churning etc. is needed.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention relates to the technical amelioration which omits the silver plating described above and carries out direct die bonding to nickel plating. Specifically Also in the ambient atmosphere (about 400-1000 ppm) where an oxygen density equivalent to a leadframe with silver plating is higher than the viewpoint of a cost cut, solder die bonding is made and productivity also obtains a good nickel-plating copper alloy leadframe, And it is

good, control of solder thickness or a solder flare is possible, and the solder flare of the tin system solder which does not contain lead aims at obtaining the nickel-plating copper alloy leadframe which is excellent in solder die bonding nature.

[0008]

[Means for Solving the Problem] Even if a nickel-plating copper alloy leadframe is a leadframe which lessened oxidation of nickel like JP,62-291951,A mentioned previously, it has the problem that the solder flare on the front face of nickel plating is inferior to silver plating, in semi-conductor assembly Rhine for leadframes with silver plating. Although, as for the thing with a worse solder flare than silver, nickel was generally considered to be natural, as a result of this invention person's considering wholeheartedly the cause that a solder flare falls in above-mentioned Rhine, when the oxygen density contained in a semi-conductor assembly Rhine ambient atmosphere was high, it checked that a solder flare fell.

[0009] That is, although the nitrogen gas (reducing atmosphere) which contains hydrogen 5 to 20% is used in order that the ambient atmosphere in semi-conductor assembly Rhine for leadframes with silver plating may prevent oxidation of the copper of a leadframe cutting plane, or a solder ball, according to investigation of this invention person, in this nitrogen-gas-atmosphere mind, about 400-1000 ppm oxygen is contained by atmospheric contamination. And although the nickel-plating copper alloy leadframe obtained from the usual gloss Watts bath shows a solder flare with the oxygen density good in 300 ppm or less in reducing atmosphere, if an oxygen density exceeds 300 ppm, a solder flare will begin to fall and solder will hardly spread in 500 ppm.

[0010] On the other hand, in the reducing atmosphere which contains hydrogen about 10%, even if it contained about 1000 ppm oxygen, it was checked that there is little oxidation of nickel and it turned out that the cause of a solder flare fall is not in nickel itself. And as a result of this invention person's repeating examination further, it traced that the cause of a solder flare fall in a nickel-plating front face was the effect of the minute impurities contained in a nickel-plating

coat. Components, such as a brightener by which these minute impurities are added by the nickel-plating bath, and a homogeneity electrodeposition agent, a stress relaxation agent, make the operation which reduces a solder flare, when it is incorporated in a nickel-plating coat and an oxygen density is high also in reducing atmosphere.

[0011] This invention is made based on the above-mentioned knowledge, the mirror reflectivity of nickel plating is 25% or more, and it is the nickel-plating copper alloy leadframe for solder die bondings characterized by the sulfur content in less than 0.1-micrometer nickel being less than [ 0.0005wt% ] from a front face. In this copper alloy leadframe, a solder flare becomes much more good because nickel plating of the outermost surface contains one side or the both sides of 0.5 - 10.0wt% cobalt or palladium.

[0012] In this invention, the sulfur content of a less than 0.1-micrometer nickel layer was made into less than [ 0.0005wt% ] in the depth direction from the nickel front face for forming solder and an alloy layer, an oxygen density crawling solder in a high ambient atmosphere, if the sulfur element incorporated by the nickel layer from a brightener etc. in a part with a depth of less than 0.1 micrometers from the front face which affects a solder flare exceeds 0.0005wt(s)%, and a solder flare falling. The contact angle on lead loess solder (solder which does not contain lead), and the front face of nickel becomes small, a solder flare becomes good and by making a sulphuric content into less than [ 0.0005wt% ] in this part shows the outstanding solder die bonding nature.

[0013] Moreover, in this invention, mirror reflectivity of nickel plating was made into 25% or more for making good control of wirebonding nature, resin weld flash removal nature, and a solder flare. That is, although wirebonding joins a lead to a chip using a supersonic wave using alloyed wires, such as gold, and aluminum, copper, as for junction dependability, the one where a leadframe front face is smoother also tends to perform control of a solder flare with the solder rod at the time of solder die bonding so good that a leadframe front face is smooth. In addition, smoothing on the front face of a leadframe has mirror reflectivity and a

correlation, and expresses smoothing with this invention with mirror reflectivity.

[0014] In this invention, even when nickel plating of the outermost surface contains one side or the both sides of 0.5 - 10.0wt% cobalt or palladium, and the oxygen density in reducing atmosphere is high, a solder flare becomes still better. Here, if there was little effectiveness of addition and it exceeded 10.0wt%, while the workability of a nickel-plating coat would fall, the cobalt and/or the palladium content in a nickel-plating coat were made into 0.5 - 10.0wt% for solder adhesion falling in total less than [ 0.5wt% ], when long duration heating was carried out after soldering.

[0015] Thus, in this invention, while restricting the sulfur content on the front face of nickel, by specifying mirror reflectivity, the control nature of a good solder flare equivalent to silver plating and a solder flare is obtained also in the high ambient atmosphere of an oxygen density, and the nickel-plating copper alloy leadframe which was excellent at the die bonding nature by the lead loess solder expected to progress from now on can be supplied.

[0016]

[Embodiment of the Invention] In the copper alloy leadframe, 0.5 micrometers or more of thickness of nickel plating are required in order to prevent copper corrosion, thermal oxidation, and diffusion, and it is usually given to the thickness of 2-5 micrometers. On the other hand, in order to make the sulfur content under nickel plating into less than [ 0.0005wt% ], there is a method of performing mat nickel plating which does not contain a brightener, a homogeneity electrodeposition agent, a stress relaxation agent, etc. at all, but when mat nickel plating is performed exceeding 0.5 micrometers, there is a problem that mirror reflectivity becomes 25% or less. Therefore, while making the sulfur content in less than 0.1-micrometer nickel into less than [ 0.0005wt% ] from a front face so that it may specify to this invention, in order for mirror reflectivity to consider as 25% or more, how to galvanize only the surface section using the nickel-plating liquid which does not contain a brightener etc., the methods (etching etc.) of removing only the outermost surface, after making the outermost surface



condense sulfur with heating after nickel plating, etc. can be considered.

[0017] When performing nickel plating to two-layer, in order that a substrate may prevent copper diffusion and may make a front face smooth, it is desirable to perform 1-5 micrometers of nickel plating of gloss or semigloss. If this is thinner than 1 micrometer, it may be unable to prevent copper diffusion by existence of a pinhole etc., and if it becomes thicker than 5 micrometers, not only productivity falls, but workability will fall. Moreover, in the leadframe to which bending is performed, it is desirable to perform about 2 micrometers of nickel plating of semigloss with sufficient workability. On the other hand, as for the upper plating, it is desirable to perform 0.1-0.5 micrometers of nickel plating which does not contain a brightener. If thinner than 0.1 micrometers, the fall of the solder flare under the effect of the impurity of a substrate cannot be prevented. Moreover, when it galvanizes thickly exceeding 0.5 micrometers, mirror reflectivity begins to fall, and surface smoothing falls (wirebonding nature falls).

[0018] In addition, the surface hardness of a leadframe affects the workability of the lead section, and oxidation of nickel affects a solder flare. And the condition at the time of nickel-plating manufacture is manageable by measuring the oxidation state of surface hardness and nickel. For example, if the bath and plating conditions of nickel plating change, the amount of incorporation of an impurity and a brightener will change, and if a brightener increases, the surface hardness of nickel will become high. In this invention, Hv 200-450 of surface hardness is desirable. If surface hardness is smaller than Hv200, wirebonding nature will fall, and if Hv450 is exceeded, workability will worsen. Moreover, if the nickel oxide peak and nickel metal peak intensity ratio (Nioxide/Nimetal) by ESCA analysis will become high if it is influenced of the temperature of plating liquid, and desiccation conditions and cleanliness, and temperature becomes high or plating becomes dirty, and oxidation of nickel exceeds 1.0, a solder flare will fall. Although the oxidation at the time of storage of nickel hardly becomes a problem when an oxygen content carries out solder die bonding in reducing atmosphere 1000 ppm or less including hydrogen, few (Nioxide/Nimetal $\leq$ 1.0)

ways of oxidation of the nickel immediately after plating are desirable.

[0019]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained.

0.3 micrometers of nickel plating to which mirror reflectivity performs 1.7 micrometers of nickel plating which is 35% to the copper alloy leadframe material containing [example 1] Fe:0.1wt% and P:0.03wt% of high conductivity, and does not contain sulfur in it after that were performed. \*\*\*\*\* processing was performed after plating and the copper alloy leadframe with the mirror reflectivity and the sulfur content (sulfur content of a front face to 0.1 micrometers or less) which are shown in the examples 1-3 of Table 1 was obtained. In addition, the nickel-plating layer which does not contain sulfur was created on condition that 40 degrees C of bath temperature, and current density 6 A/dm<sup>2</sup> using the mat Watts bath in the example 1. In the example 2, it created using the sulfamic acid bath which does not contain a brightener, and in the example 3, the brightener was galvanized using the minute amount \*\*\*\* sulfamic acid bath, and the sulfur of the surface after heating was removed and created. Moreover, what was galvanized by the nickel sulfamate bath which added the brightener for the above-mentioned copper alloy leadframe material, the thing galvanized by the usual mat nickel-plating bath, and the thing galvanized by the usual gloss Watts bath were made into the examples 1-3 of a comparison, and each mirror reflectivity and sulfur content were measured. In addition, each plating thickness of the examples 1-3 of a comparison is 2 micrometers.

[0020]

[Table 1]

	鏡面反射率 (%)	表層のS含有量 (wt %)	はんだ拡がり面積 (mm <sup>2</sup> )	ワイヤ破断率 (%)
実施例 1	30	0.0001	2.3 ◎	100 ○
2	30	0.0001	1.9 ○	100 ○
3	32	0.0003	1.8 ○	100 ○
比較例 1	30	0.0006	1.0 ×	100 ○
2	20	0.0001	1.7 ○	80 ×
3	40	0.0018	1.0 ×	100 ○

[0021] With in addition, the ratio of nickel oxide peak intensity [ in / the surface hardness of the copper alloy leadframe of an example 1 is Vickers hardness (10g of loads) Hv220, and / in oxidation of nickel / ESCA analysis ], and nickel metal peak intensity = (Nioxide/Nimetal) it was 0.7.

[0022] These copper alloy leadframes were used, and solder die bonding nature was examined using tin system solder (Sn-3.5% Sb) in reducing atmosphere (nitrogen-gas-atmosphere mind containing 10% of hydrogen, and 700 ppm of oxygen), and wirebonding nature by the aluminium wire was examined. In addition, each test method in this example is as follows.

(Surface hardness) According to JISZ2251, Vickers hardness number was measured from the nickel-plating front face in test load 10gf.

(Mirror reflectivity) According to JISZ8741, incidence of the flux of light was carried out at 45 degrees, and the ratio to the incoming beams of a reflected light bundle was measured in specular reflection.

(Solder die bonding nature) The solder (tin 96.5wt% and antimony 3.5wt%) ball which does not contain a copper alloy leadframe in the nitrogen-gas-atmosphere mind of 700 ppm of oxygen densities which contain hydrogen 10%, and does not contain lead with a diameter of 1mm after 1-minute heating on a 320-degree C plate was carried, and the area in which the solder ball spread even after 10 seconds was measured without flux nothing and churning.

(Wirebonding nature) Wirebonding (bonding time amount: 100ms, 250g of loads, UV output 5.5W) by the ultrasonic (pulse 60kHz) seal-of-approval method was

performed at 25 degrees C among atmospheric air using the aluminium wire (99.99%, Annealed) of 5mil (125 micrometers). Subsequently, the joined aluminium wire was cut in right in the middle, the junction condition of 2nd weld junction that the aluminium wire was joined to the copper alloy leadframe was investigated (TSUIZA reinforcement), and it asked for the rate of wire fracture by the following formula.

Rate (%) of wire fracture = (number / all trial numbers which carried out wire fracture) x 100 [0023] The result and evaluation of the above-mentioned trial are shown in Table 1. in addition, in Table 1, for O, it comes out, and it is and very good O is [ good x of evaluation of solder flare area ] the bad thing with which O is not filled 100% and x does not fill evaluation of the rate of wire fracture to 100%. The oxygen density in reducing atmosphere is in 700 ppm and a high condition, the solder flare having no flux and good, i.e., the outstanding solder die bonding nature, was shown, and, as for 25% or more of mirror reflectivity of nickel plating, and the examples 1-3 with which the requirements which the sulfur content of a less than 0.1-micrometer nickel layer specifies to this invention of less than [ 0.0005wt% ] are filled from a front face, wirebonding by the aluminium wire also showed junction dependability with the as high rate of wire fracture as 100%. On the other hand, since the example 1 of a comparison has the high sulfur content, a solder flare is inferior in the high ambient atmosphere of an oxygen density, mirror reflectivity is low and the example 2 of a comparison is inferior to a rough \*\*\*\* cage and wirebonding nature in a front face. Since the example 3 of a comparison had the high sulfur content, it was inferior in the solder flare in the high ambient atmosphere of an oxygen density. In addition, control of resin weld flash removal nature or a solder flare was also difficult for the example 2 of a comparison.

[0024] [Example 2] Here, it examined about the addition effectiveness (it corresponds to claim 2) of the cobalt (Co) or palladium (Pd) to nickel plating of the outermost surface. First, 1.7 micrometers of nickel plating which contains a brightener in the copper alloy leadframe material shown in [the example 1] were

performed, and 0.3 micrometers of nickel (alloy) plating which contains this alloy element at a various rate were performed by the mat Watts bath which added Co, Pd, and Co+Pd on it, respectively. \*\*\*\*\* processing was performed after plating and the mirror reflectivity of nickel plating obtained the copper alloy leadframe whose sulfur content of 0.1 micrometers or less is 0.0001% from the front face 30%. The surface hardness of this copper alloy leadframe was Vickers hardness Hv115.

[0025] The following point performed the workability test with the trial of solder die bonding nature to this copper alloy leadframe in the way shown in [the example 1].

(Workability test) It asked for the count of bending until it repeats, and carries out bending (0.5mm of radii, 90-degree bending) of the lead section to forward hard flow and fractures it to it.

[0026] The result and evaluation of the above-mentioned trial are shown in Table 2. in addition, in Table 2, evaluation of solder breadth area is the same as [an example 1], and good x of O is [ evaluation of the count of repeat bending ] bad -- it comes out. The examples 4-7 with which the requirements for claim 2 of containing one side or the both sides of 0.5 - 10.0wt% Co or Pd are filled have a large solder flare area in the ambient atmosphere where an oxygen density is as high as 700 ppm, and there are also many counts of repeat bending. That is, solder die bonding nature was very excellent, and the property that few falls of workability are also was shown. On the other hand, since a diffused-junction rate with solder was slow, the degree of an improvement of solder flare area was small, since the example 4 of a comparison has few contents of Co, and the examples 5 and 6 of a comparison had the high content of Co or Pd, the fall of workability was accepted. In addition, the fall of solder heatproof detachability was also accepted in the examples 5 and 6 of a comparison.

[0027]

[Table 2]

	ニッケル表層の添加元素 (w t %)	はんだ拡がり面積 (mm <sup>2</sup> )	繰返し曲げ回数
実施例 4	C o 0.5	2.5 ◎	5 ○
5	C o 5.0	2.8 ◎	5 ○
6	P d 5.0	3.0 ◎	5 ○
7	C o 0.5 , P d 5.0	3.5 ◎	5 ○
比較例 4	C o 0.2	1.8 ○	6 ○
5	C o 20.0	4.0 ◎	3 ×
6	P d 20.0	4.0 ◎	3 ×

[0028]

[Effect of the Invention] The nickel-plating copper alloy leadframe of this invention shows the tin system solder which does not contain lead, and good wetting, and a semi-conductor erector shows the solder die bonding nature which the solder flare equivalent to a silver plating article could be obtained without flux, solder flare control was also more possible than nature and the inner oxygen density excelled [ control ] also in the high ambient atmosphere. Furthermore, it has an aluminium wire and good wirebonding nature, and also there is also no fall of workability and productivity and the property excellent in workability are shown.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-172124

(43)公開日 平成9年(1997)6月30日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/50			H 0 1 L 23/50	D

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平7-348684

(22)出願日 平成7年(1995)12月18日

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72)発明者 原 利久

山口県下関市長府港町14番1号 株式会社

神戸製鋼所長府製造所内

(74)代理人 弁理士 香本 薫

(54)【発明の名称】 はんだダイボンディング用ニッケルめっき銅合金リードフレーム

(57)【要約】

【目的】 酸素濃度の高い雰囲気下において鉛レスはんだの拡がり性が良好で、銀めっきと同等の優れたはんだダイボンディング性を有するニッケルめっき銅合金リードフレーム。

【構成】 ニッケルめっきの鏡面反射率が25%以上であり、表面から0.1 $\mu$ m以内のニッケル中の硫黄含有量が0.0005wt%以下であることを特徴とするはんだダイボンディング用ニッケルめっき銅合金リードフレーム。この銅合金リードフレームにおいては、最表面のニッケルめっきが0.5~10.0wt%のコバルト又はパラジウム的一方又は双方を含有することではんだ拡がりが一層良好となる。

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 ニッケルめっきの鏡面反射率が25%以上であり、表面から0.1 $\mu$ m以内のニッケル中の硫黄含有量が0.0005wt%以下であることを特徴とするはんだダイボンディング用ニッケルめっき銅合金リードフレーム。

【請求項2】 最表面のニッケルめっきが0.5～10.0wt%のコバルト又はパラジウム的一方又は双方を含有することを特徴とする請求項1に記載されたはんだダイボンディング用ニッケルめっき銅合金リードフレーム。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、銀めっきを施さない状態で、ニッケルめっきに半導体チップが直接はんだダイボンディングされるニッケルめっき銅合金リードフレームに関し、特に、酸素濃度の高い還元雰囲気中において鉛を含まないはんだを用いた状態でも、良好なはんだダイボンディング性を持ち、かつワイヤボンディング性に優れるニッケルめっき銅合金リードフレームに関する。

**【0002】**

【従来の技術】従来、銅合金リードフレームのはんだダイボンディングされる表面には、良好なはんだ拡がりを得るために銀めっきが施されていた。そして、半導体組立工程は、はんだダイボンディング時の熱によるリードフレームの酸化を防止するため、窒素ガスや水素を含む還元雰囲気中で行われているが、銀めっきは酸化しにくく、後述するように雰囲気中の酸素濃度が400ppm以上に高くなっているにもかかわらず良好なはんだ拡がりが見られるため、銀めっき銅合金リードフレームに関して、半導体組立雰囲気中の酸素濃度が問題とされたことはなく、また、酸素濃度について十分検討が加えられたこともない。

【0003】一方、生産性向上、コストダウンの観点より銀めっきを省略し、ニッケルめっきに直接はんだダイボンディングをすることが考えられた。以下、この技術に関し、従来技術とその問題点につき簡単に触れる。まず、ニッケルめっきに直接はんだダイボンディングをする場合、良好なはんだ拡がりを得るためには、還元雰囲気中の酸素濃度を銀めっきにはんだ付けする場合に比べ低く（例えば100ppm以下）制御する必要がある、これがコストアップ要因となっていた。

【0004】銀めっきを省略しニッケルめっきに直接ダイボンディングする技術として、例えば特開昭62-291951号公報には、P（リン）やB（ボロン）を含有する耐酸化性ニッケルめっきを施した銅合金リードフレームが示されている。しかし、PやBを含有すると、ニッケルめっきが硬くなって加工性が低下し、めっき後の打ち抜き加工が難しくなるため、リードフレーム形状

に加工した後めっきを施す必要があり、生産性が悪かった。また、最近、電気部品の高密度集積化によりリードフレームが受ける熱量は増加しており、耐熱性に優れるニッケルめっき銅合金リードフレームが望まれているが、PやBを含有するニッケルめっきは、はんだ付け後に長時間加熱すると、はんだ剥離が発生するという問題があった。

【0005】また、はんだダイボンディングに用いられるはんだとしては、これまで鉛含有量が高いはんだ（Pb-5%Sn、Pb-5%Sn-1.5%Ag等）が用いられている。この種のはんだは熔融温度が高くコストが安いという利点はあるが、最近鉛による環境汚染を防止し、あるいは組立工程の低温化指向に対応して、鉛を含まない錫系はんだ（Sn-9%Zn、Sn-5%Sb、Sn-5%Sb-0.5Ni、Sn-8%Bi等）の使用が増えつつある。しかし、鉛含有はんだと鉛を含まない錫系はんだでは、熔融温度が異なるだけでなく合金層の成長速度、拡散状態が異なり、従来の鉛含有はんだ（Pb-Sn共晶系はんだ含む）を用いた評価方法で選ばれたこれまでのニッケルめっきに対しては、鉛を含まない錫系はんだのはんだ拡がりが悪かった。

【0006】そして、最近半導体チップ、ペレットの大型化が進んでいるが、大型のものを搭載するためにははんだ拡がり性がよく、攪拌などによりはんだ厚やはんだ拡がりをコントロールできるリードフレームが必要となっている。

**【0007】**

【発明が解決しようとする課題】本発明は、以上述べた銀めっきを省略しニッケルめっきに直接ダイボンディングする技術の改良に関し、具体的には、コストダウンの観点より、銀めっき付きリードフレームと同等の酸素濃度の高い雰囲気（およそ400～1000ppm）でもはんだダイボンディングができ、生産性もよいニッケルめっき銅合金リードフレームを得ること、及び、鉛を含まない錫系はんだのはんだ拡がりがよく、はんだ厚やはんだ拡がりのコントロールが可能で、はんだダイボンディング性に優れるニッケルめっき銅合金リードフレームを得ることを目的とする。

**【0008】**

【課題を解決するための手段】ニッケルめっき銅合金リードフレームは、先に挙げた特開昭62-291951号公報のようにニッケルの酸化を少なくしたリードフレームであっても、銀めっき付きリードフレーム用半導体組立ラインにおいては、ニッケルめっき表面でのはんだ拡がり銀めっきより劣るという問題がある。ニッケルが銀よりはんだ拡がり悪いのは一般に当然と考えられていたが、本発明者が上記ラインにおいてははんだ拡がり低下の原因を鋭意検討した結果、半導体組立ライン雰囲気中に含まれる酸素濃度が高い時に、はんだ拡がり低下を確認した。



【0009】すなわち、銀めっき付きリードフレーム用半導体組立ライン中の雰囲気は、リードフレーム切断面の銅やはんだボールの酸化を防ぐため、水素を5～20%含む窒素ガス（還元雰囲気）が用いられているが、本発明者の調査によれば、この窒素ガス雰囲気中には大気の巻き込みにより400～1000ppm程度の酸素が含まれる。そして、通常の光沢ワット浴より得られたニッケルめっき銅合金リードフレームでは、還元雰囲気中の酸素濃度が300ppm以下では良好なはんだ拡がりを示すが、酸素濃度が300ppmを越えればはんだ拡がりが低下し始め、500ppmではほとんどはんだが拡がらない。

【0010】一方、10%程度水素を含む還元雰囲気中では、1000ppm程度の酸素を含有していても、ニッケルの酸化が少ないことが確認され、はんだ拡がり低下の原因がニッケル自体にあるのではないことが分った。そして、本発明者がさらに検討を重ねた結果、ニッケルめっき表面でははんだ拡がり低下の原因は、ニッケルめっき皮膜中に含まれる微量不純物の影響であることを突き止めた。この微量不純物は、ニッケルめっき浴に添加される光沢剤や均一電着剤、応力緩和剤などの成分がニッケルめっき皮膜中の取り込まれるものであり、還元雰囲気中でも酸素濃度が高い場合に、はんだ拡がりを低下させる作用をなす。

【0011】本発明は上記知見に基づいてなされたものであり、ニッケルめっきの鏡面反射率が25%以上であり、表面から0.1μm以内のニッケル中の硫黄含有量が0.0005wt%以下であることを特徴とするはんだダイボンディング用ニッケルめっき銅合金リードフレームである。この銅合金リードフレームにおいては、最表面のニッケルめっきが0.5～10.0wt%のコバルト又はパラジウム的一方又は双方を含有することではんだ拡がりが一層良好となる。

【0012】本発明において、ニッケル表面から深さ方向へ0.1μm以内のニッケル層の硫黄含有量を0.0005wt%以下としたのは、はんだと合金層を形成し、はんだ拡がりに影響を及ぼす表面から深さ0.1μm以内の部分において、光沢剤などよりニッケル層に取り込まれる硫黄元素が0.0005wt%を越えると、酸素濃度が高い雰囲気ではんだをはじき、はんだ拡がりが低下するためである。この部分において硫黄の含有量を0.0005wt%以下とすることにより、鉛レスはんだ（鉛を含まないはんだ）とニッケル表面の接触角が小さくなり、はんだ拡がりが良好となって、優れたはんだダイボンディング性を示す。

【0013】また、本発明において、ニッケルめっきの鏡面反射率を25%以上としたのは、ワイヤボンディング性、樹脂バリ除去性、はんだ拡がりのコントロールを良好にするためである。すなわち、ワイヤボンディングは金やアルミニウム、銅などの合金線を用い、超音波を

使ってチップとリードを接合するものであるが、接合信頼性はリードフレーム表面が平滑なほど良好であり、また、リードフレーム表面が平滑なほうが、はんだダイボンディング時のはんだ棒によるはんだ拡がりのコントロールも行いやすい。なお、リードフレーム表面の平滑さは鏡面反射率と相関関係があり、本発明では平滑さを鏡面反射率で表している。

【0014】本発明において、最表面のニッケルめっきが0.5～10.0wt%のコバルト又はパラジウムの一方又は双方を含有するとき、還元雰囲気中の酸素濃度が高い場合でもはんだ拡がりがさらに良好になる。ここで、ニッケルめっき皮膜中のコバルト及び／又はパラジウム含有量を合計で0.5～10.0wt%としたのは、0.5wt%以下では添加の効果が少なく、10.0wt%を越えるとニッケルめっき皮膜の加工性が低下するとともに、はんだ付け後に長時間加熱するとはんだ密着性が低下するためである。

【0015】このように、本発明では、ニッケル表面の硫黄含有量を制限するとともに鏡面反射率を規定することにより、酸素濃度の高い雰囲気でも銀めっきと同等の良好なはんだ拡がりとはんだ拡がりのコントロール性が得られ、今後進展すると予想される鉛レスはんだによるダイボンディング性に優れたニッケルめっき銅合金リードフレームを供給できる。

【0016】

【発明の実施の形態】銅合金リードフレームにおいて、ニッケルめっきの厚みは銅の腐食と熱酸化、拡散を防止するために0.5μm以上必要であり、通常2～5μmの厚さに施されている。一方、ニッケルめっき中の硫黄含有量を0.0005wt%以下にするためには、光沢剤や均一電着剤、応力緩和剤などを全く含まない無光沢ニッケルめっきを施す方法があるが、無光沢ニッケルめっきを0.5μmを越えて施すと鏡面反射率が25%以下になるという問題がある。従って、本発明に規定するように、表面から0.1μm以内のニッケル中の硫黄含有量を0.0005wt%以下とするとともに、鏡面反射率が25%以上とするためには、表層部のみ光沢剤等を含まないニッケルめっき液を用いてめっきする方法や、ニッケルめっき後の加熱により硫黄を最表面に濃縮させた後、最表面のみを除去（エッチング等）する方法等が考えられる。

【0017】ニッケルめっきを2層に行う場合、下地は銅の拡散を防止し、表面を平滑にするため光沢又は半光沢のニッケルめっきを1～5μm施すのが望ましい。これが1μmより薄いとピンホールの存在などにより銅の拡散を防止できない場合があり、5μmより厚くなると生産性が低下するだけでなく、加工性が低下する。また、曲げ加工が行われるリードフレームでは、加工性のよい半光沢のニッケルめっきを2μm程度行うのが望ましい。一方、上層のめっきは光沢剤を含まないニッケル

めっきを0.1～0.5 $\mu$ m施すのが望ましい。0.1 $\mu$ mより薄いと下地の不純物の影響によるはんだ拡がりの低下を防止できない。また、0.5 $\mu$ mを越えて厚くめっきした場合には鏡面反射率が低下し始め、表面の平滑さが低下（ワイヤボンディング性が低下）する。

【0018】なお、リードフレームの表面硬さはリード部の加工性に影響を与え、ニッケルの酸化ははんだ拡がりに影響を与える。そして、表面硬度及びニッケルの酸化状態を測定することにより、ニッケルめっき製造時の状態を管理することができる。例えば、ニッケルめっきの浴やめっき条件が変化すると、不純物、光沢剤の取り込み量が変化し、光沢剤が多くなるとニッケルの表面硬度は高くなる。本発明においては、表面硬度はHv200～450が望ましい。表面硬度がHv200より小さいとワイヤボンディング性が低下し、Hv450を越えると加工性が悪くなる。また、ニッケルの酸化はめっき液の温度、乾燥条件や清浄度の影響を受け、温度が高くなったり、めっきが汚れるとE S C A分析によるニッケル酸化物ピークとニッケル金属ピーク強度比（Ni oxide/Ni metal）が高くなり、1.0を越えるとはんだ拡がりが低下する。水素を含み酸素含有量が1000ppm以下の還元雰囲気中ではんだダイボンディングする場合、ニッケルの保管時の酸化はほとんど問題にはならないが、めっき直後のニッケルの酸化は少ない（Ni oxide/Ni metal $\leq$ 1.0）方が望ましい。

e/Ni metal $\leq$ 1.0）方が望ましい。

#### 【0019】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【実施例1】Fe：0.1wt%とP：0.03wt%を含む高導電率の銅合金リードフレーム素材に、鏡面反射率が35%のニッケルめっきを1.7 $\mu$ m施し、その後、硫黄を含まないニッケルめっきを0.3 $\mu$ m施した。めっき後にスタンピング加工を施し、表1の実施例1～3に示す鏡面反射率及び硫黄含有量（表面から0.1 $\mu$ m以下の硫黄含有量）をもつ銅合金リードフレームを得た。なお、硫黄を含まないニッケルめっき層は、実施例1では無光沢ワット浴を用いて浴温40℃、電流密度6A/dm<sup>2</sup>の条件で作成した。実施例2では光沢剤を含まないスルファミン酸浴を用いて作成し、実施例3では光沢剤を微量含むスルファミン酸浴を用いてめっきし加熱後表層の硫黄を除去して作成した。また、上記銅合金リードフレーム素材に光沢剤を添加したスルファミン酸ニッケル浴でめっきしたもの、通常の無光沢ニッケルめっき浴でめっきしたもの、及び通常の光沢ワット浴でめっきしたものを比較例1～3とし、それぞれの鏡面反射率及び硫黄含有量を測定した。なお、比較例1～3のめっき厚はいずれも2 $\mu$ mである。

#### 【0020】

##### 【表1】

	鏡面反射率 (%)	表層のS含有量 (wt %)	はんだ拡がり面積 (mm <sup>2</sup> )	ワイヤ破断率 (%)
実施例1	30	0.0001	2.3 ◎	100 ○
2	30	0.0001	1.9 ○	100 ○
3	32	0.0003	1.8 ○	100 ○
比較例1	30	0.0006	1.0 ×	100 ○
2	20	0.0001	1.7 ○	80 ×
3	40	0.0018	1.0 ×	100 ○

【0021】なお、実施例1の銅合金リードフレームの表面硬さはビッカース硬度（荷重10g）Hv220であり、ニッケルの酸化はE S C A分析におけるニッケル酸化物ピーク強度とニッケル金属ピーク強度の比で（Ni oxide/Ni metal）=0.7であった。

【0022】これらの銅合金リードフレームを使用し、還元雰囲気中（水素10%と酸素700ppmを含む窒素ガス雰囲気）において、錫系はんだ（Sn-3.5% Sb）を用いてはんだダイボンディング性を試験し、またアルミニウム線によるワイヤボンディング性の試験を行った。なお、本実施例における各試験方法は次の通りである。

（表面硬さ）J I S Z 2 2 5 1に準じ、試験荷重10gfにてニッケルめっき表面よりビッカース硬さを測定した。

（鏡面反射率）J I S Z 8 7 4 1に準じ、45度で光束を入射し、鏡面反射において反射光束の入射光束に対する比を測定した。

（はんだダイボンディング性）10%水素を含む酸素濃度700ppmの窒素ガス雰囲気中にて、銅合金リードフレームを320℃のプレート上で1分加熱後、直径1mmの鉛を含まないはんだ（錫96.5wt%、アンチモン3.5wt%）ボールを載せ、フラックスなし、攪拌なしで、10秒後までにはんだボールが拡がった面積を測定した。

（ワイヤボンディング性）5mil（125 $\mu$ m）のアルミニウム線（99.99%、Annealed）を用いて、大気中、25℃で超音波（パルス60kHz）印可法によるワイヤボンディング（ボンディング時間：100ms、荷重250g、UV出力5.5W）を行っ

た。次いで、接合されたアルミニウム線を真中で切断し、アルミニウム線が銅合金リードフレームと接合されている2ndボンド部の接合状態を調査し（ツイザー強度）、下記式によるワイヤ破断率を求めた。

ワイヤ破断率(%) = (ワイヤ破断した本数/全試験本数) × 100

【0023】上記試験の結果と評価を表1に示す。なお、表1において、はんだ拡がり面積の評価は、◎が非常に良い、○が良い、×が悪いであり、ワイヤ破断率の評価は○が100%、×が100%に満たないものである。ニッケルめっきの鏡面反射率25%以上、表面から0.1μm以下のニッケル層の硫黄含有量が0.0005wt%以下という本発明に規定する要件を満たす実施例1～3は、還元雰囲気中の酸素濃度が700ppmと高い状態で、フラックスなしで良好なはんだ拡がり、つまり優れたはんだダイボンディング性を示し、アルミニウム線によるワイヤボンディングでもワイヤ破断率は100%と高い接合信頼性を示した。一方、比較例1は硫黄含有量が高いため、酸素濃度の高い雰囲気ではんだ拡がりが劣り、比較例2は鏡面反射率が低く表面が粗れており、ワイヤボンディング性に劣る。比較例3は硫黄含有量が高いため、酸素濃度の高い雰囲気ではんだ拡がりが劣っていた。なお、比較例2は樹脂バリ除去性やはんだ拡がりのコントロールも難しかった。

【0024】[実施例2]ここでは、最表面のニッケルめっきに対するコバルト(Co)又はパラジウム(Pd)の添加効果(請求項2に対応)について試験した。まず、[実施例1]に示した銅合金リードフレーム素材に、光沢剤を含むニッケルめっきを1.7μm施し、その上にCo、Pd、Co+Pdをそれぞれ添加した無光

沢ワット浴により、該合金元素を種々の割合で含有するニッケル(合金)めっきを0.3μm施した。めっき後にスタンピング加工を施し、ニッケルめっきの鏡面反射率が30%、表面から0.1μm以下の硫黄含有量が0.0001%の銅合金リードフレームを得た。この銅合金リードフレームの表面硬さはビッカース硬度HV115であった。

【0025】この銅合金リードフレームに対し、[実施例1]に示した要領ではんだダイボンディング性の試験と、下記要領で加工性試験を行った。

(加工性試験) リード部を正逆方向に繰り返し曲げ加工(内半径0.5mm、90°曲げ)し、破断するまでの曲げ回数を求めた。

【0026】上記試験の結果と評価を表2に示す。なお、表2において、はんだ広がり面積の評価は[実施例1]と同じであり、繰り返し曲げ回数の評価は、○が良い、×が悪いである。0.5～10.0wt%のCo又はPdの一方又は双方を含有するという請求項2の要件を満たす実施例4～7は、酸素濃度が700ppmと高い雰囲気ではんだ拡がり面積が大きく、繰り返し曲げ回数も多い。つまり、はんだダイボンディング性が非常に優れ、加工性の低下も少ないという特性を示した。一方、比較例4はCoの含有量が少ないため、はんだとの拡散接合速度が遅く、はんだ拡がり面積の改善の度合いが小さく、比較例5、6はCo又はPdの含有量が高いため、加工性の低下が認められた。なお、比較例5、6では、はんだ耐熱剥離性の低下も認められた。

【0027】

【表2】

	ニッケル表層の添加元素 (wt%)	はんだ拡がり面積 (mm <sup>2</sup> )	繰り返し曲げ回数
実施例4	Co 0.5	2.5 ◎	5 ○
5	Co 5.0	2.8 ◎	5 ○
6	Pd 5.0	3.0 ◎	5 ○
7	Co 0.5, Pd 5.0	3.5 ◎	5 ○
比較例4	Co 0.2	1.8 ○	6 ○
5	Co 20.0	4.0 ◎	3 ×
6	Pd 20.0	4.0 ◎	3 ×

【0028】

【発明の効果】本発明のニッケルめっき銅合金リードフレームは、鉛を含まない錫系はんだと良好なぬれを示し、半導体組立工程中の酸素濃度が高い雰囲気でも、フラックスなしで銀めっき品と同等のはんだ拡がりを得る

ことができ、はんだ拡がりコントロールも可能で、優れたはんだダイボンディング性を示す。さらに、アルミニウム線と良好なワイヤボンディング性を持つほか、加工性の低下もなく、生産性、作業性に優れた特性を示す。